

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 10 月 16 日 (16.10.2003)

PCT

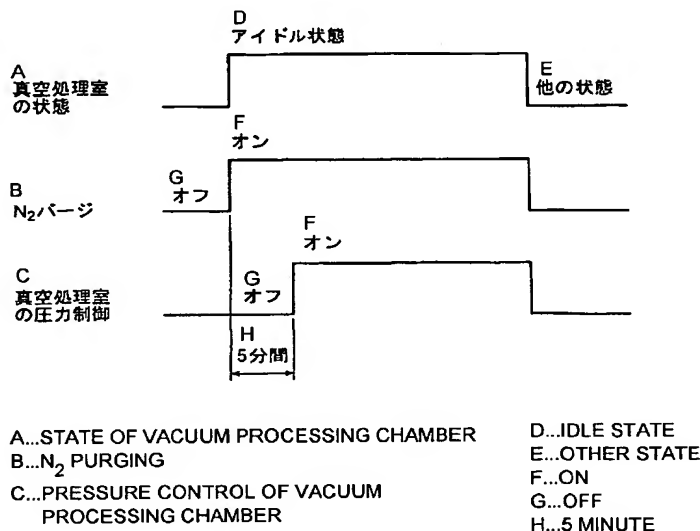
(10) 国際公開番号
WO 03/085715 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/3065 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/03770 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上田 雄大 (UEDA, Takehiro) [JP/JP]; 〒407-8511 山梨県 韮崎市 藤井町北下条 2381 番地の 1 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 小泉 克之 (KOIZUMI, Katsuyuki) [JP/JP]; 〒407-8511 山梨県 韮崎市 藤井町北下条 2381 番地の 1 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 鈴木 公貴 (SUZUKI, Kouki) [JP/JP]; 〒407-8511 山梨県 韮崎市 藤井町北下条 2381 番地の 1 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP).
- (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 27 日 (27.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-109189 2002 年 4 月 11 日 (11.04.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区赤坂 五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 須山 佐一 (SUYAMA, Saichi); 〒101-0046 東京都 千代田区 神田多町 2 丁目 1 番地 神田東山ビル Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR SUPPRESSING CHARGING OF COMPONENT IN VACUUM PROCESSING CHAMBER OF PLASMA PROCESSING SYSTEM AND PLASMA PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法及びプラズマ処理装置



(57) Abstract: When a switching is made to an idle state where insulating fluid is circulated under such a state that a semiconductor wafer W is not placed in a vacuum processing chamber and plasma is not created in the vacuum processing chamber, nitrogen gas purging (N₂ purging) into the vacuum processing chamber is started and pressure in the vacuum processing chamber is controlled to a specified level of about 27 Pa (200 mTorr). Consequently, a component placed in the vacuum processing chamber of a plasma processing system can be prevented from being charged with a high voltage and insulating materials can be protected against breakdown due to discharge, or the like.

(57) 要約: 真空処理室内に半導体ウエハWが配置されず、かつ、真空処理室内にプラズマが生起されない状態で絶縁性流体の循環が行われるアイドル状態に切り換えられると、真空処理室内への窒素ガスパージ (N₂パージ) を開始し、真空処理室内が例えば、略27 Pa (200 mTorr) の所定圧力となるように圧力

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

プラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法及びプラズマ処理装置

5

技術分野

本発明は、プラズマを生起して半導体ウエハ等のエッチング処理等を行うプラズマ処理装置、及びこのプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法に関する。

10

背景技術

従来から、プラズマを生起し、このプラズマを被処理物に作用させて所定の処理を施すプラズマ処理装置が多用されている。

例えば、半導体装置の製造分野においては、半導体装置の微細な回路構造を形成する際に、半導体ウエハ等の被処理基板にプラズマを作用させて、エッチングや成膜を行っている。

このようなプラズマ処理装置では、真空処理室内でプラズマを発生させることから、プラズマの作用によって温度が上昇する可能性がある。このため、所定部位の温度を制御するための温度制御機構を備えたプラズマ処理装置が多い。

例えば、対向して配置された上部電極と下部電極との間に高周波電力を印加してプラズマを発生させる所謂平行平板型のプラズマ処理装置では、半導体ウエハ等の被処理基板が載置される載置台（サセプタ）が下部電極を兼ねている。そして、この下部電極を構成する導電性材料（例えばアルミニウム等）からなるブロック内に、熱媒体の流路を形成し、この流路内に熱媒体としての絶縁性流体例えば、フッ素系の絶縁性流体

を流して半導体ウエハ等の温度制御を行うようになっている。

上記フッ素系の絶縁性流体としては、例えば、フロリナート（商品名：住友スリーエム社製）（炭素、フッ素からなるフッ素系不活性液体）、GALDEN HT（商品名：アウジモント社製）（フッ素、炭素、酸素からなるパーフルオロポリエーテル）等がある。これらの絶縁性流体の熱伝導率（25℃）は約0.06 W/mK、体積抵抗率（25℃）は約 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{18} \Omega \cdot m$ 、誘電率（25℃、1 kHz）は1.5～2.0である。

また、上記構成のプラズマ処理装置では、上記した下部電極を構成するアルミニウム等からなるブロックの上に、静電チャックを設け、この静電チャックによって、半導体ウエハ等を吸着保持するよう構成されたものが多い。なお、このような静電チャックは、絶縁性材料で形成された絶縁膜の中に、静電チャック用の電極を介在させた構成とされている。さらに、上述した半導体ウエハ等の温度制御を効率良くかつ精度良く行うために、下部電極及び静電チャックを貫通して冷却ガス用供給孔を設け、この冷却ガス用供給孔から半導体ウエハ等の裏面側にヘリウム等の冷却ガスを供給するようにしたプラズマ処理装置も多い。

上述したプラズマ処理装置では、あるロットの処理が終了し、次のロットの処理を行うまでに時間が空くような場合は、装置を待機状態（アイドル状態）として、真空処理室内のパーティクルの滞留や真空処理室壁面等への水分の吸着を防止し、次に処理を行うロットが搬送されてきた際に、清浄な環境で処理を開始できるようにしている。

このようなアイドル状態では、従来は、真空処理室内に窒素ガス等の不活性ガスを所定流量で供給するとともに、圧力制御を行わない状態で真空排気を行っている。この結果、真空処理室内は、例えば5 Pa以下の圧力となっている。

また、下部電極の流路内の絶縁性流体の循環も、停止させることなく続けて行っている。

しかしながら、上記のようなアイドル状態が長時間続いた場合、絶縁性流体の循環によって流路内壁と絶縁性流体との摩擦による静電気が発生し、下部電極内に電荷が蓄積される。一方、下部電極の上部等は静電チャック用の絶縁性材料で覆われているため、電荷の蓄積により帯電圧が上昇する。図6は、かかる帯電圧の時間的な上昇を測定した結果を示すもので、図6の実線Fは絶縁性流体の流量を201/分とした場合、実線Gは絶縁性流体の流量を301/分とした場合を示している。

10 同図に示されるとおり、絶縁性流体の流量が201/分の場合も、301/分の場合も、どちらも時間経過とともに帯電圧が上昇し、8000V以上となる。また、絶縁性流体の流量が多いほど短時間で帯電圧が上昇し、流量が301/分の場合は約3時間、流量が201/分の場合は約8時間で帯電圧が8000V以上となった。

15 なお、絶縁性流体の温度を0℃、20℃、40℃と変えて同様な帯電圧の測定を行ったところ、帯電圧は、絶縁性流体の温度が高くなるほど多くなるという結果が得られた。これは、絶縁性流体の温度が上がり動粘度が小さくなることによって絶縁性流体の流速が大きくなり、流路内壁と絶縁性流体との摩擦による静電気の発生量が大きくなるためと推測
20 される。

さらに、破壊試験を行ったところ、図7に示されるように、帯電圧が8000V程度となったところで、静電チャックの電極と下部電極（アルミニウム製ブロック）との間で放電が生じ、静電チャックの絶縁膜が破壊されることがあることも判明した。

25 なお、上記のような帯電圧の上昇は、アイドル時に下部電極を接地電位に切り換えることによって防止することができるが、仮に、かかる切

り換え動作が確実に行われなかった場合には、上記のような帯電圧の上昇により静電チャックの絶縁膜が破壊される等の可能性もある。

発明の開示

5 そこで、本発明の目的は、プラズマ処理装置の真空処理室内部品が高電圧に帯電することを防止することができ、絶縁性材料が放電等により破壊されることを防止することのできるプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法及びプラズマ処理装置を提供しようとするものである。

10 本発明のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法は、プラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を行う真空処理室と、内部に熱媒体の流路を有する導電性材料で形成されるブロックと、前記ブロックに接するように配置され少なくとも一部が絶縁性材料で形成された真空処理室内部品とを有し、前記流路内に熱媒体としての絶縁性流体
15 を流して前記真空処理室内部品を温度制御するプラズマ処理装置において、前記被処理体が前記真空処理室内になく、且つプラズマを発生させない状態で前記流路に前記絶縁性流体を流す時に、不活性ガスを前記真空処理室内に供給しつつ前記真空処理室内を所定の圧力に制御することにより、前記真空処理室内部品の帯電圧の上昇を抑制することを特徴と
20 する。

 また本発明のプラズマ処理装置は、プラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を行う真空処理室と、内部に熱媒体の流路を有する導電性材料で形成されるブロックと、前記ブロックに接するように配置され少なくとも一部が絶縁性材料で形成された真空処理室内部品とを有し、前
25 記流路内に熱媒体としての絶縁性流体を流して前記真空処理室内部品を温度制御するプラズマ処理装置において、前記被処理体が前記真空処理

室内になく、且つプラズマを発生させない状態で前記流路に前記絶縁性流体を流す時に、不活性ガスを前記真空処理室内に供給しつつ前記真空処理室内を所定の圧力に制御することにより、前記真空処理室内部品の帯電圧の上昇を抑制するよう構成されたことを特徴とする。

- 5 また、本発明では、前記絶縁性流体がフッ素系冷媒であることを特徴とする。

また、本発明では、前記絶縁性材料の体積抵抗率は $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とし、さらに、前記絶縁性材料がセラミックであることを特徴とする。

- 10 また、本発明では、前記真空処理室内部品が静電チャックであり、前記ブロックがアルミニウムで形成される下部電極であることを特徴とする。

- また、本発明では、前記真空処理室には、前記下部電極と所定の距離だけ離れた位置に平行に配置される上部電極を有し、前記所定の圧力は、
15 前記不活性ガスの種類に対応して求められるパッシェンカーブの最小火花条件から放電距離を前記所定距離とした場合に算出される圧力に対して、 0.6 倍以上、 2.0 倍以下であることを特徴とする。

- また、本発明では、前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とし、
さらに、前記所定の圧力は、略 13 Pa 以上、略 40 Pa 以下であるこ
20 とを特徴とする。

また、本発明では、前記所定の圧力は間欠的に制御することを特徴とし、さらに、前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を変化させて行うか、又は、前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を一定とし、圧力制御装置で行うことを特徴とする。

25

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置の概略構成を示す図。

図 2 は、図 1 のプラズマ処理装置における主要部位の動作タイミングを示す図。

5 図 3 は、実施形態における帯電圧の時間変化を従来例と比較して示す図。

図 4 は、パッシェンカーブを示す図。

図 5 は、圧力制御を行った際の帯電圧の時間変化を示す図。

図 6 は、帯電圧の時間変化を示す図。

10 図 7 は、破壊検査を行った際の帯電圧の時間変化を示す図。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の詳細を、実施の形態について図面を参照して説明する。

15 図 1 は、本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置（エッチング装置）全体の概略構成を模式的に示すものである。同図において、符号 1 は、材質が例えばアルミニウム等からなる円筒状の真空チャンバを示している。真空チャンバ 1 の内部は、気密に閉塞可能とされ、真空処理室を構成する。

20 上記真空チャンバ 1 は、接地電位に接続されており、真空チャンバ 1 の内部には、導電性材料、例えばアルミニウム等からブロック状に構成され、下部電極を兼ねた載置台 2 が設けられている。

この載置台 2 は、セラミックなどの絶縁板 3 を介して真空チャンバ 1 内に支持されており、載置台 2 の半導体ウエハ W 載置面には、静電チャック 4 が設けられている。この静電チャック 4 は、静電チャック用
25 電極 4 a を、絶縁性材料からなる絶縁膜 4 b 中に介在させた構成とされており、静電チャック用電極 4 a には直流電源 5 が接続されている。

この静電チャック 4 の絶縁膜 4 b は、材質が例えば、アルミナセラミックス (Al_2O_3) から構成されており、溶射、あるいは焼結等によって形成されている。この場合の絶縁膜 4 b の体積抵抗率は、約 $10^9 \sim 10^{14} \Omega \cdot cm$ 以上である。また、上記絶縁膜 4 b の材質としては、
5 イットリア、窒化珪素等も用いることができ、ポリイミド等の樹脂を用いることもできる。

また、載置台 2 の内部には、温度制御のための熱媒体としての絶縁性流体を循環させるための熱媒体流路 6 と、ヘリウムガス等の温度制御用のガスを半導体ウエハ W の裏面に供給するためのガス流路 7 (流路断面積 $165 mm^2$ 、長さ約 5 m) が設けられている。
10

そして、熱媒体流路 6 内に、チラー 6 a から所定温度に制御された絶縁性流体を約 $30 l/min$ で循環させることによって、載置台 2 を所定温度に制御する。また、この載置台 2 と半導体ウエハ W の裏面との間にガス流路 7 を介して温度制御用のガスを供給してこれらの間の熱交換を促進し、半導体ウエハ W を精度良くかつ効率的に所定温度に制御することができるようになってい
15 いる。なお、絶縁性流体としては、例えば、前述したフッ素系の絶縁性流体 (例えば、フロリナート (商品名: 住友スリーエム社製) (炭素、フッ素からなるフッ素系不活性液体)、GALDEN HT (商品名: アウジモント社製) (フッ素、炭素、酸素からなるパーフルオロポリエーテル) 等) が用いられる。
20

また、載置台 2 の上方の外周には導電性材料または絶縁性材料で形成されたフォーカスリング 8 が設けられている。さらに、載置台 2 のほぼ中央には、高周波電力を供給するための給電線 9 が接続されている。この給電線 9 にはマッチングボックス 10 及び高周波電源 11 が接続され
25 ている。高周波電源 11 からは、所定の周波数、例えば、 $13.56 \sim 150 MHz$ の範囲の周波数の高周波電力が、載置台 2 に供給される。

さらに、フォーカスリング 8 の外側には、環状に構成され、多数の排気孔が形成された排気リング 1 2 が設けられている。そして、この排気リング 1 2 を介して、排気ポート 1 3 に接続された排気系 1 4 により、真空チャンバ 1 内の処理空間の真空排気が行われる。なお、排気系 1 4 は、
5 排気を行う真空ポンプ及び圧力制御を行う圧力制御装置（A P C）等から構成されている。

一方、載置台 2 の上方の真空チャンバ 1 の天壁部分には、シャワーヘッド 1 5 が、載置台 2 と平行に対向する如く設けられており、このシャワーヘッド 1 5 は接地されている。したがって、これらの載置台 2
10 およびシャワーヘッド 1 5 は、一对の電極（上部電極と下部電極）として機能するようになっている。

上記シャワーヘッド 1 5 は、その下面に多数のガス吐出孔 1 6 が設けられており、且つその上部にガス導入部 1 7 を有している。そして、その内部にはガス拡散用空隙 1 8 が形成されている。ガス導入部 1 7 には
15 ガス供給配管 1 9 が接続されており、このガス供給配管 1 9 の他端には、処理ガス供給系 2 0 が接続されている。この処理ガス供給系 2 0 は、各種の処理ガス、例えば、エッチング用の処理ガス等を供給する処理ガス供給源 2 0 c、パージ用の不活性ガス（例えば、窒素ガス、ヘリウムガス、ネオンガス、アルゴンガス等）を供給するガス供給源、例えば窒素
20 ガス供給源 2 0 d、及び、これらのガスの流量を制御するためのマスフローコントローラ（M F C） 2 0 a， 2 0 b 等から構成されている。

一方、真空チャンバ 1 の外側周囲には、真空チャンバ 1 と同心状に、環状の磁場形成機構（リング磁石） 2 1 が配置されており、載置台 2 とシャワーヘッド 1 5 との間の処理空間に磁場を形成するようになっている。
25 る。この磁場形成機構 2 1 は、回転機構 2 2 によって、その全体が、真空チャンバ 1 の回りを所定の回転速度で回転可能とされている。

また、真空チャンバ 1 には、その内部（真空処理室）の圧力を測定するための圧力計 2 3 が設けられている。この圧力計 2 3 の測定信号は、排気系 1 4 の圧力制御装置（A P C）に入力され、圧力制御に使用される。

- 5 そして、上記の排気系 1 4、処理ガス供給系 2 0、チラー 6 a、高周波電源 1 1、直流電源 5 等の動作は、制御装置 2 4 によって統括的に制御されるようになっている。

次に、上記のように構成されたエッチング装置のエッチング処理動作について説明する。

- 10 まず、真空チャンバ 1 に設けられた図示しないゲートバルブを開放する。次に、このゲートバルブに隣接して配置されたロードロック室（図示せず）を介して、搬送機構（図示せず）により半導体ウエハ W を真空チャンバ 1 内に搬入し、載置台 2 上に載置する。そして、直流電源 5 から静電チャック 4 の静電チャック用電極 4 a に所定の電圧を印加し、半
15 導体ウエハ W をクーロン力等により吸着する。この後、搬送機構を真空チャンバ 1 外へ退避させた後、ゲートバルブを閉じる。

- 次に、排気系 1 4 の真空ポンプにより排気ポート 1 3 を通じて真空チャンバ 1 内を排気しつつ、排気系 1 4 の圧力制御装置（A P C）によって真空チャンバ 1 内の圧力制御を行う。そして、真空チャンバ 1 内
20 が所定の真空度になった後、真空チャンバ 1 内には、処理ガス供給系 2 0 から、所定のエッチングガスが、所定流量で導入され、真空チャンバ 1 内が所定の圧力、例えば略 1 ～略 1 3 3 P a （1 0 ～1 0 0 0 m T o r r）に保持される。

- そして、この状態で高周波電源 1 1 から、載置台 2 に、所定周波数
25 （例えば 1 3 . 5 6 M H z）の高周波電力を供給する。

この場合に、下部電極である載置台 2 に高周波電力が印加されること

により、上部電極であるシャワーヘッド 15 と下部電極である載置台 2 との間の処理空間には高周波電界が形成されるとともに、磁場形成機構 21 による磁場が形成され、この状態でプラズマによるエッチングが行われる。

- 5 そして、所定のエッチング処理が実行されると、高周波電源 11 から高周波電力の供給を停止することによって、エッチング処理を停止し、上述した手順とは逆の手順で、半導体ウエハ W を真空チャンバ 1 外に搬出する。

10 また、あるロットの処理が終了し、次のロットの処理を行うまでに時間が空くような場合は、制御装置 24 は、プラズマ処理装置を、待機状態（アイドル状態）とする。このアイドル状態は、真空チャンバ 1 内のパーティクルの滞留や真空チャンバ 1 内壁面等への水分の吸着を防止して、次に処理を行うロットが搬送されてきた際に、清浄な環境下で処理を開始できるようにするためのものである。

- 15 図 2 は、プラズマ処理装置がアイドル状態とされる際の制御装置 24 による制御のタイミングチャートである。

同図に示すとおり、真空処理室（真空チャンバ 1）内に半導体ウエハ W が配置されておらず、かつ、真空処理室内にプラズマが生起されていない状態で、真空処理室の状態が、アイドル状態に切り換えられると、
20 これと同時に窒素ガス供給源 20d からの窒素ガスパージ（N₂ パージ）が開始される。

このアイドル状態では、熱媒体流路 6 にはチラー 6a により絶縁性流体の循環が行われている。また、静電チャック 4 の電極 4a は接地電位に接続された状態、ガス流路 7 からの温度制御用のガスの供給は停止さ
25 れた状態となっている。

なお、上記の窒素ガスに換えて他の不活性ガス、例えばアルゴンガス

等を用いることもできる。

そして、アイドル状態に切り換えられてから 5 分後に、排気系 14 の APC による真空処理室内の圧力制御が開始される。この圧力制御は、真空処理室内が例えば、略 27 Pa (200 mTorr) の所定圧力となる
5 ように行われる。

なお、このように、アイドル状態に切り換えられてから 5 分後に、真空処理室内の圧力制御を開始するのは、アイドル状態が 5 分間連続したことにより、その後しばらくアイドル状態が続くと推測されることから、圧力制御を開始するものである。しかしながら、アイドル状態に切り換
10 えられると同時に圧力制御を開始しても良い。また、5 分に限らず、絶縁性流体の循環流量に依存する帯電圧の上昇速度と静電チャック 4 が絶縁破壊する帯電圧との関係に基づいて、例えば、3 分後、10 分後、15 分後等から圧力制御を開始しても良い。

図 3 は、上記のように、アイドル状態で真空処理室内の圧力制御を行
15 った場合における静電チャック 4 の絶縁膜 4b の帯電圧と時間との関係、及び、従来のようにアイドル状態で真空処理室内の圧力制御を行わない場合における静電チャック 4 の絶縁膜 4b の帯電圧と時間との関係を比較して示すものである。

同図に点線 A で示されるとおり、アイドル状態で真空処理室内の圧力
20 制御を行う本実施形態では、実線 B で示されるアイドル状態で真空処理室内の圧力制御を行わない場合に比べて、帯電圧が上昇することを大幅に抑制することができる。したがって、帯電圧の上昇によって、静電チャック 4 の絶縁膜 4b に絶縁破壊が生じ、絶縁膜 4b にチップング等が生じることを防止することができる。

25 ここで、上記のようにアイドル状態において真空処理室内の圧力制御を行い、真空処理室内の圧力を 26.6 Pa 程度に制御した場合に、圧

力制御を行わない場合（この場合真空処理室内の圧力は1.33 Pa程度となっている。）に比べて、帯電圧が上昇することを抑制することができるのは、以下のような2つのメカニズムによる放電が生じているためと推測される。

- 5 上記推測される1つめのメカニズムは、真空処理室内の圧力が高くなると、載置台2を構成するアルミニウム製のブロック内のガス流路7内等に入り込んでいるガス分子の数が多くなり、これらのガス分子によって載置台2からより多くの電荷が運ばれるというものであり、2つめのメカニズムは、このガス流路7と上部電極であるシャワーヘッド15との間で放電が生じるというものである。

- 10 上記のメカニズムのうち、後者のガス流路7とシャワーヘッド15との間で生じる放電の生じ易さは、図4に示すようなパッシェンカーブと称されている曲線の如き変化を示すことが知られている。なお、図4において縦軸は火花電圧（V）、横軸はギャップ長×気圧（ $p \cdot d$ ）（ $m \cdot Pa$ ）を示している。

- 15 そして、ガス種を窒素とした場合、最小火花電圧は250 Vで、この場合のギャップ長×気圧（ $p \cdot d$ ）は、0.76となる。また、図1に示した装置において、ギャップ長（載置台2（ガス流路7の底部）とシャワーヘッド15との間の距離）は、約43 mmであるので、圧力が略2
20 1 Pa（160 mTorr）の時に最小火花電圧の250 Vとなり、計算上最も放電が生じ易い状態となる。

- 25 また、図4を見れば明らかなとおり、パッシェンカーブは、最小火花電圧を示す点（パッシェンカーブの最下点）から、ギャップ長×気圧（ $p \cdot d$ ）が増加する方向では上昇が緩やかであり、一方、減少する方向では上昇が急激に起きる。

一方、上記の真空処理室内の圧力を変化させて、各圧力における帯電

圧を調べたところ、圧力が略 4 Pa (30 mTorr) 以上で帯電圧を抑制する効果が見られ、圧力が略 13 Pa (100 mTorr) ~ 略 40 Pa (300 mTorr) の範囲で、帯電圧を良好に抑制することができた。したがって、真空処理室内の圧力は略 13 Pa (100 mTorr) ~ 略 40
5 Pa (300 mTorr) とすることが好ましい。

また、上記の圧力範囲は、パッシェンカーブにおける最小火花電圧となる圧力の約 0.6 倍以上、約 2.0 倍以下に相当する。したがって、放電を生じ易くして、帯電圧を良好に抑制するためには、真空処理室内の圧力を、パッシェンカーブにおける最小火花電圧となる圧力の約 $0.$

10 6 倍以上、約 2.0 倍以下とすることが好ましい。

図 5 は、真空処理室内を真空引きしつつ熱媒体流路 6 内に絶縁性流体を循環させ、真空チャック 4 をある程度高電圧に帯電させた状態で、真空処理室内に窒素ガスを圧力略 40 Pa (300 mTorr) で圧力制御した状態で流入させた際の帯電圧の変化の様子を示すものである。

15 同図に示されるように、真空処理室内に窒素ガスを圧力制御した状態で流入させると、帯電圧が瞬間的に大幅に低下し、その後略一定となる。このような帯電圧の変化のうち、帯電圧が瞬間的に低下するのは、前述した 2 つのメカニズムのうちの後者のメカニズムによる放電が生じているものと推測される。また、その後帯電圧が略一定となっている状態
20 は、前者のメカニズムによる放電が生じているものと推測される。

ところで、前述した図 3 の点線 A に示されるとおり、アイドル状態において真空処理室内の圧力制御を行うと、帯電圧が、ある値になるとその値で略一定となり、その値以上上昇しなくなる。この値は、圧力を略 27 Pa (200 mTorr) とした場合は約 740 V であった。また、上
25 記した圧力範囲のうちの下限である略 13 Pa (100 mTorr) とした場合は約 830 V となり、 740 V よりは上昇したが、圧力制御を行わ

ない場合に比べて明らかな効果上の相違があった。

また、上記の圧力を一定にして、窒素ガスの流量を変化させ、286 s c c mと、714 s c c mとして帯電圧を調べた。この結果、圧力が一定の場合、少なくとも上記の流量範囲においては、窒素ガスの流量は帯電圧にほとんど影響を与えないという結果が得られた。すなわち、窒素ガスの流量を286 s c c mから714 s c c mに増大させても、圧力が一定の場合は、帯電圧を低減させる効果にほとんど差が見られなかった。このため、消費する窒素ガスの量を低減させるためには、窒素ガスの流量を比較的低く設定することが好ましい。

10 また、前述した図6等にも示されるとおり、帯電圧が数千ボルト程度に上昇するまでには、少なくとも1時間程度の時間がかかるので、上記のような圧力の制御は、連続して行わずに、間欠的に行ってもよい。このような場合、圧力の制御は、不活性ガスの流量を変化させて行っても、不活性ガスの流量を一定として圧力制御装置で行うこともできる。また、
15 帯電圧が所定の値より大きい場合、図5にも示される通り、短時間で圧力制御の効果が現れるので、圧力制御の時間は例えば1分間以内でも良い。また、本実施例では下部電極を兼ねた載置台2に高周波電力を印加し、半導体ウエハWを吸着するための直流電圧を静電チャック用電極4aに印加する構成を示したが、下部電極に高周波電力と直流電圧を重畳して
20 印加し、静電チャック4の代わりに絶縁性材料からなる絶縁膜のみを配置した構成でも良い。

以上のとおり、本実施形態によれば、アイドル状態において真空処理室内の圧力制御を行うことによって、真空処理室内部品である静電チャック4が高電圧に帯電することを防止することができ、静電チャック4の絶縁膜4bが放電等により破壊されることを防止することができる。
25 以上、なお、上述した実施形態では、本発明を、下部電極にのみ高周波

電力を供給するタイプのエッチング装置に適用した例について説明したが、本発明はかかる場合に限定されるものではなく、例えば、上部電極と下部電極の双方に高周波電力を供給するタイプのエッチング装置や、成膜を行うプラズマ処理装置等、あらゆるプラズマ処理装置に適用することができる。また、上述した実施形態では、静電チャック 4 の帯電について説明したが、静電チャック 4 以外の真空処理室内部品についても同様にして適用することができることは勿論である。

以上説明したとおり、本発明によれば、プラズマ処理装置の真空処理室内部品が高電圧に帯電することを防止することができ、絶縁性材料が放電等により破壊されることを防止することができる。

産業上の利用可能性

本発明に係るプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法及びプラズマ処理装置は、半導体装置の製造を行う半導体製造産業等において使用することが可能である。

したがって、産業上の利用可能性を有する。

請 求 の 範 囲

1. プラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を行う真空処理室と、
内部に熱媒体の流路を有する導電性材料で形成されるブロックと、

5 前記ブロックに接するように配置され少なくとも一部が絶縁性材料で
形成された真空処理室内部品とを有し、

前記流路内に熱媒体としての絶縁性流体を流して前記真空処理室内部
品を温度制御するプラズマ処理装置において、

10 前記被処理体が前記真空処理室内になく、且つプラズマを発生させな
い状態で前記流路に前記絶縁性流体を流す時に、不活性ガスを前記真空
処理室内に供給しつつ前記真空処理室内を所定の圧力に制御することに
より、前記真空処理室内部品の帯電圧の上昇を抑制することを特徴とす
るプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

15 2. 請求項 1 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方
法において、

前記絶縁性流体はフッ素系冷媒であることを特徴とするプラズマ処理
装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

3. 請求項 1 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方
法において、

20 前記絶縁性材料の体積抵抗率は $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴
とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

4. 請求項 3 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方
法において、

25 前記絶縁性材料はセラミックであることを特徴とするプラズマ処理装
置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

5. 請求項 4 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方

法において、

前記真空処理室内部品は静電チャックであり、前記ブロックはアルミニウムで形成される下部電極であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

- 5 6. 請求項5記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記真空処理室には、前記下部電極と所定の距離だけ離れた位置に平行に配置される上部電極を有し、前記所定の圧力は、前記不活性ガスの種類に対応して求められるパッシェンカーブの最小火花条件から放電距

- 10 離を前記所定距離とした場合に算出される圧力に対して、0.6倍以上、2.0倍以下であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

7. 請求項1記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

- 15 前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

8. 請求項7記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

- 20 前記所定の圧力は、略13Pa以上、略40Pa以下であることを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

9. 請求項1記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記所定の圧力は間欠的に制御することを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

- 25 10. 請求項9記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を変化させて行うことを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

1 1. 請求項 9 記載のプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法において、

- 5 前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を一定とし、圧力制御装置で行うことを特徴とするプラズマ処理装置の真空処理室内部品の帯電抑制方法。

1 2. プラズマを発生させて被処理体にプラズマ処理を行う真空処理室と、

- 10 内部に熱媒体の流路を有する導電性材料で形成されるブロックと、
前記ブロックに接するように配置され少なくとも一部が絶縁性材料で形成された真空処理室内部品とを有し、

前記流路内に熱媒体としての絶縁性流体を流して前記真空処理室内部品を温度制御するプラズマ処理装置において、

- 15 前記被処理体が前記真空処理室内になく、且つプラズマを発生させない状態で前記流路に前記絶縁性流体を流す時に、不活性ガスを前記真空処理室内に供給しつつ前記真空処理室内を所定の圧力に制御することにより、前記真空処理室内部品の帯電圧の上昇を抑制するよう構成されたことを特徴とするプラズマ処理装置。

- 20 1 3. 請求項 1 2 記載のプラズマ処理装置において、

前記絶縁性流体はフッ素系冷媒であることを特徴とするプラズマ処理装置。

1 4. 請求項 1 2 記載のプラズマ処理装置において、

- 25 前記絶縁性材料の体積抵抗率は $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とするプラズマ処理装置。

1 5. 請求項 1 4 記載のプラズマ処理装置において、

前記絶縁性材料はセラミックであることを特徴とするプラズマ処理装置。

16. 請求項15記載のプラズマ処理装置において、

前記真空処理室内部品は静電チャックであり、前記ブロックはアルミニウムで形成される下部電極であることを特徴とするプラズマ処理装置。

17. 請求項16記載のプラズマ処理装置において、

前記真空処理室には、前記下部電極と所定の距離だけ離れた位置に平行に配置される上部電極を有し、前記所定の圧力は、前記不活性ガスの種類に対応して求められるパッシェンカーブの最小火花条件から放電距離を前記所定距離とした場合に算出される圧力に対して、0.6倍以上、2.0倍以下であることを特徴とするプラズマ処理装置。

18. 請求項12記載のプラズマ処理装置において、

前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とするプラズマ処理装置。

19. 請求項18記載のプラズマ処理装置において、

前記所定の圧力は、略13Pa以上、略40Pa以下であることを特徴とするプラズマ処理装置。

20. 請求項12記載のプラズマ処理装置において、

前記所定の圧力は間欠的に制御することを特徴とするプラズマ処理装置。

21. 請求項20記載のプラズマ処理装置において、

前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を変化させて行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

22. 請求項20記載のプラズマ処理装置において、

前記間欠的な圧力の制御は、前記不活性ガスの流量を一定とし、圧力制御装置で行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

FIG. 1

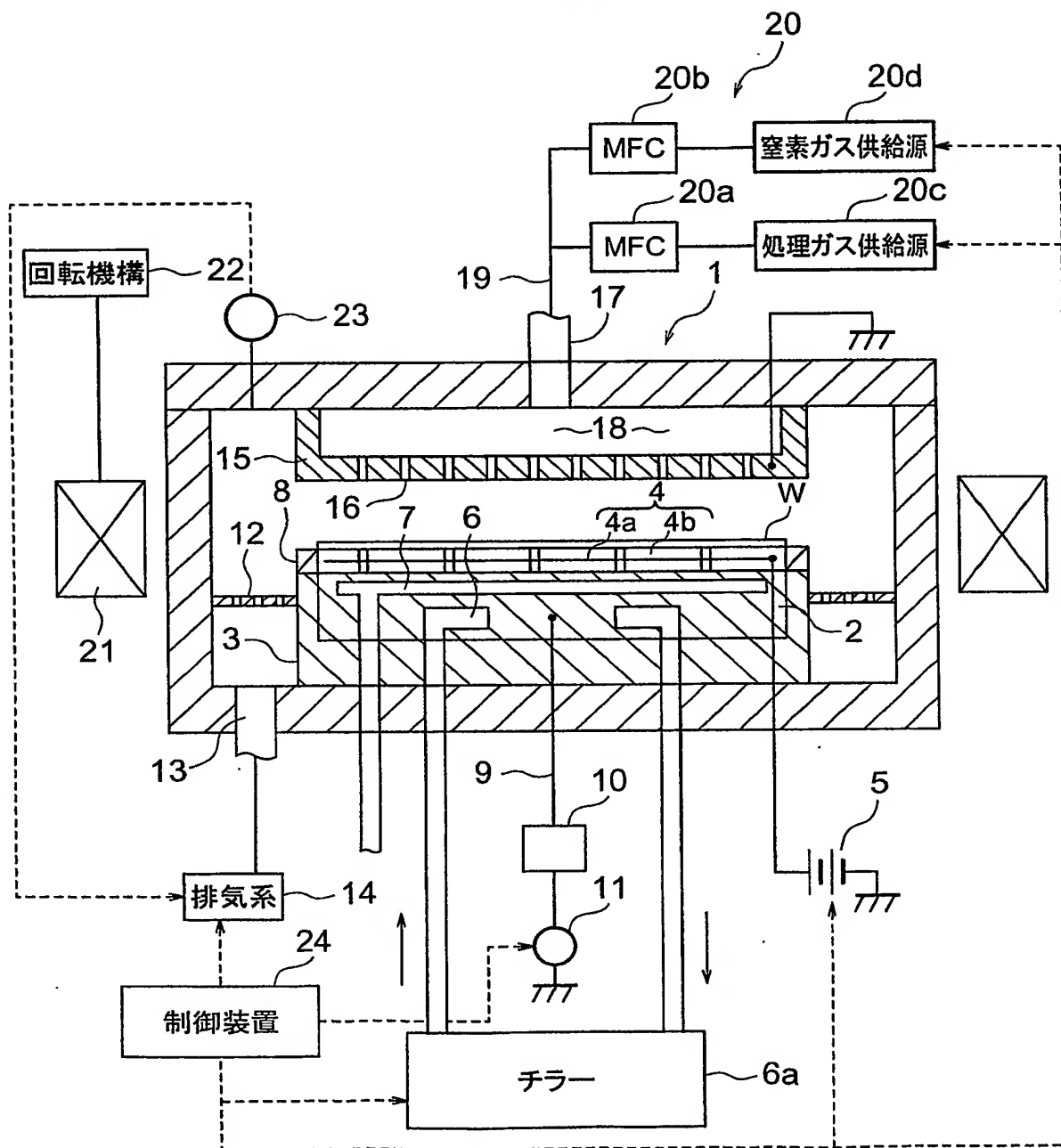


FIG. 2

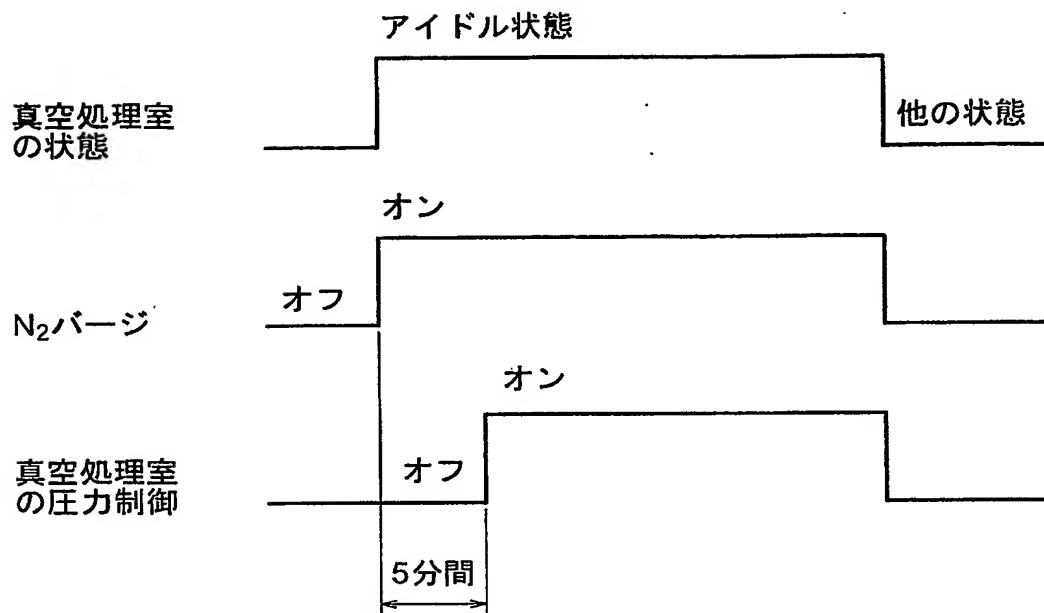


FIG. 3

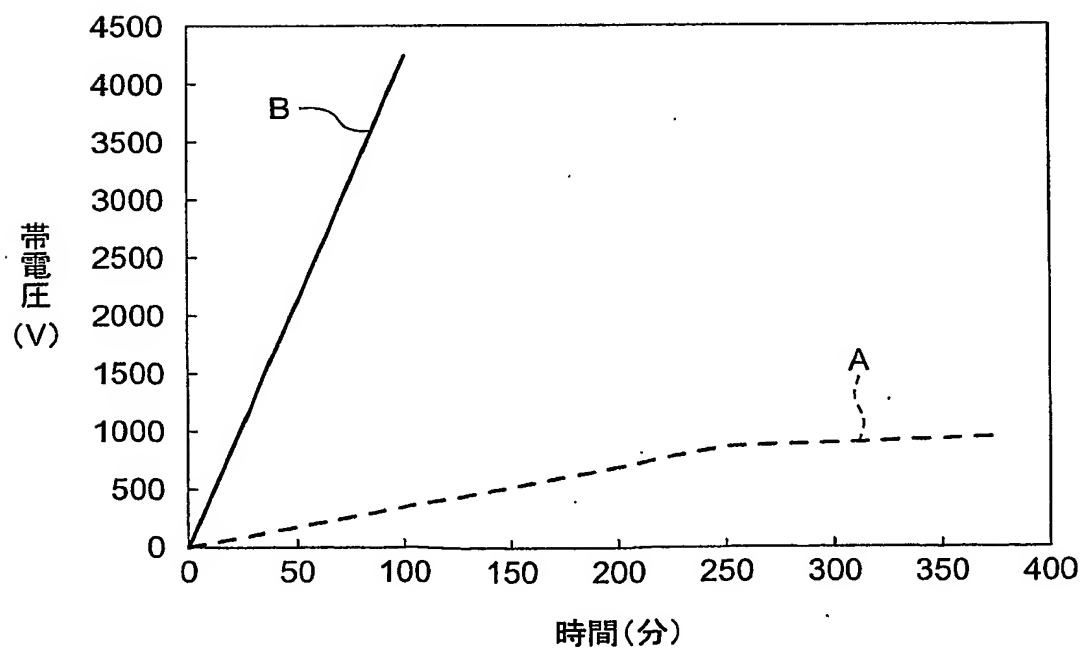


FIG. 4

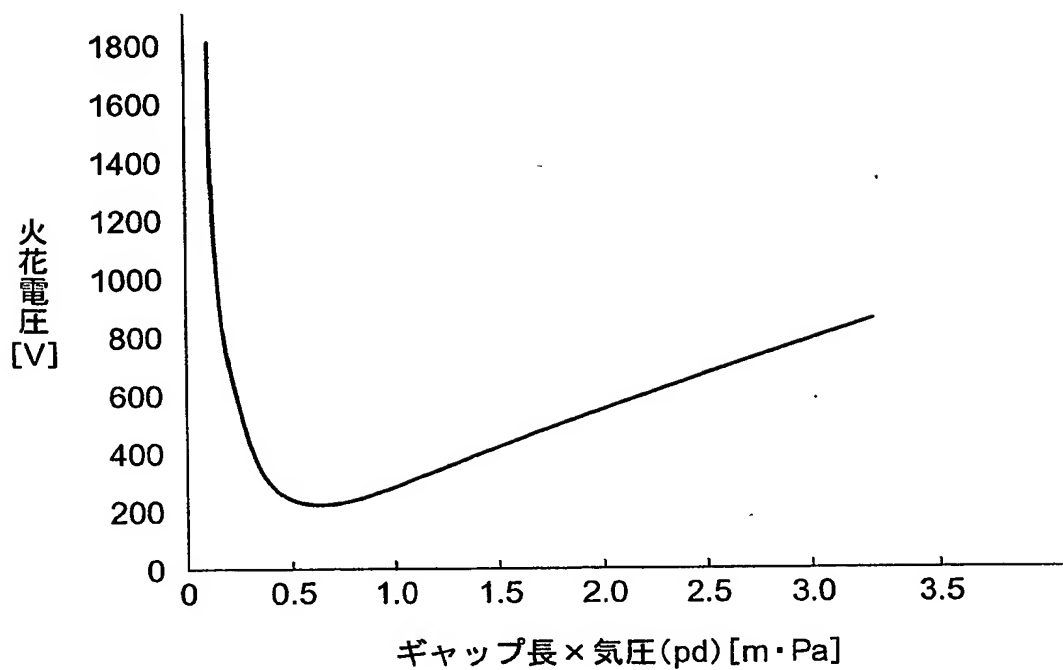


FIG. 5

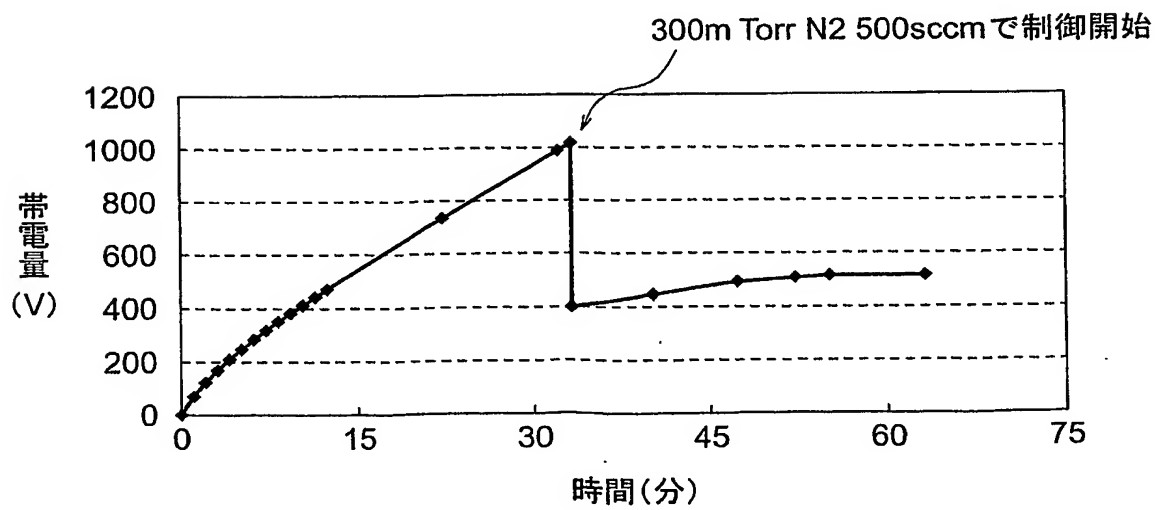


FIG. 6

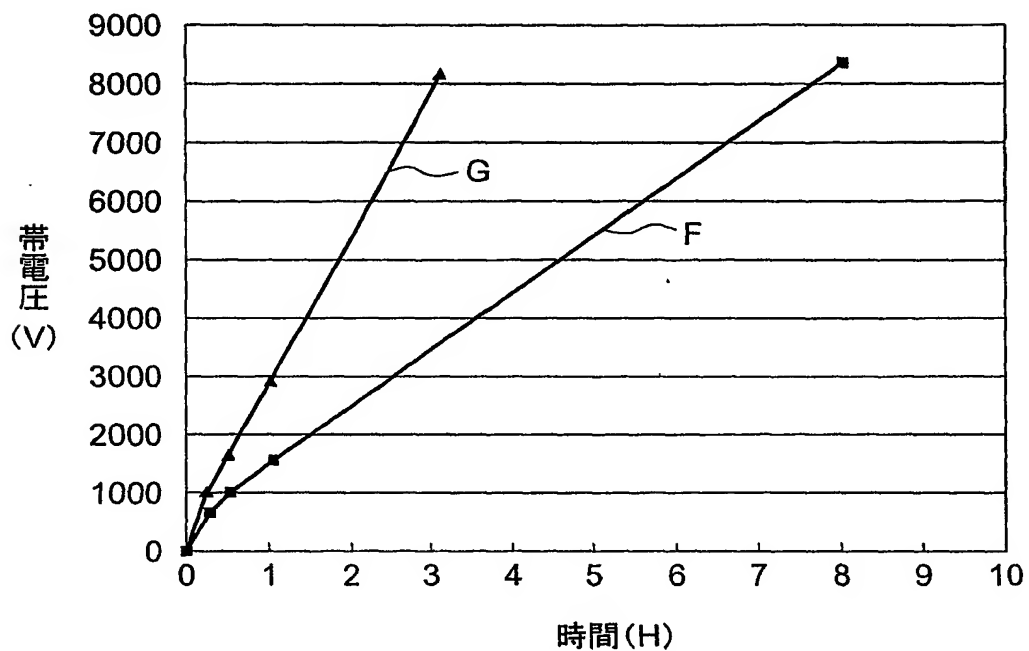
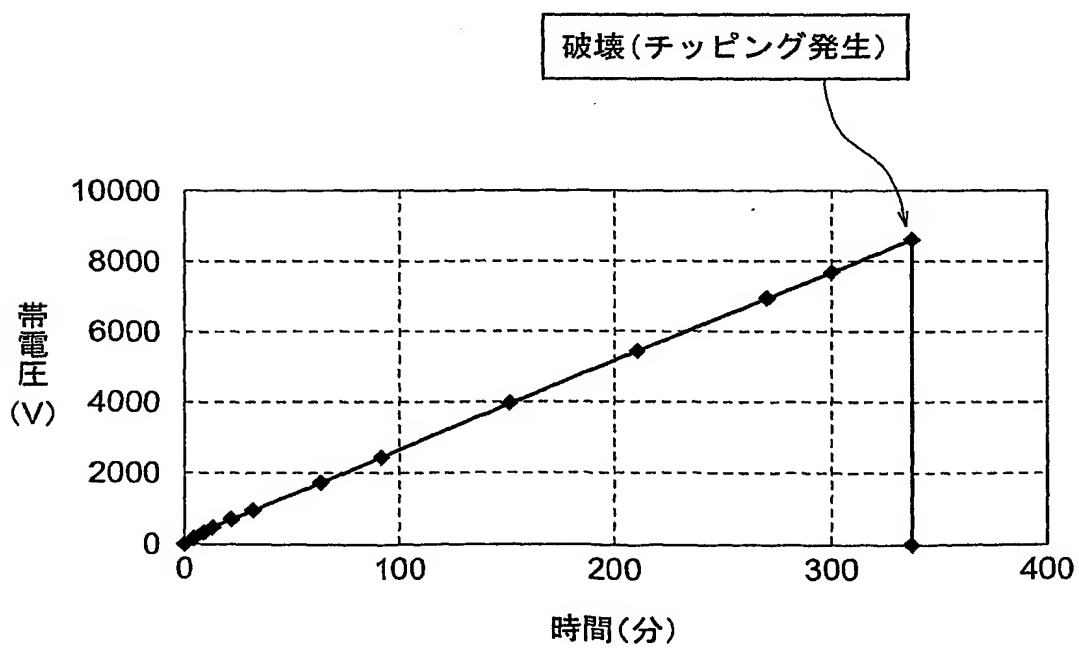


FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/3065, H01L21/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2001/16364 A1 (JAMES LOAN), 23 August, 2001 (23.08.01), Par. Nos. [0008] to [0184] & JP 2002-511529 A & WO 99/53117 A	12 1-11, 13-22
A	JP 2002-43402 A (Tokyo Electron Ltd.), 08 February, 2002 (08.02.02), Par. Nos. [0007] to [0027] & WO 02/9172 A	1-11, 13-22
A	JP 11-340208 A (Tokyo Electron Ltd.), 10 December, 1999 (10.12.99), Par. Nos. [0009] to [0039] (Family: none)	1-11, 13-22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 June, 2003 (04.06.03)

Date of mailing of the international search report
17 June, 2003 (17.06.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl.⁷ H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L21/3065

Int.Cl.⁷ H01L21/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 2001/16364 A1 (JAMES LOAN) 2001. 08. 23, 第8~184段落 &JP 2002-511529 A &WO 99/53117 A	12
A		1-11, 13-22
A	JP 2002-43402 A (東京エレクトロン株式会社) 2002. 02. 08, 第7~27段落 &WO 02/9172 A	1-11, 13-22
A	JP 11-340208 A (東京エレクトロン株式会社) 1999. 12. 10, 第9~39段落 (ファミリーなし)	1-11, 13-22

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.06.03

国際調査報告の発送日

17.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 淳一

4R

9055

電話番号 03-3581-1101 内線 6758